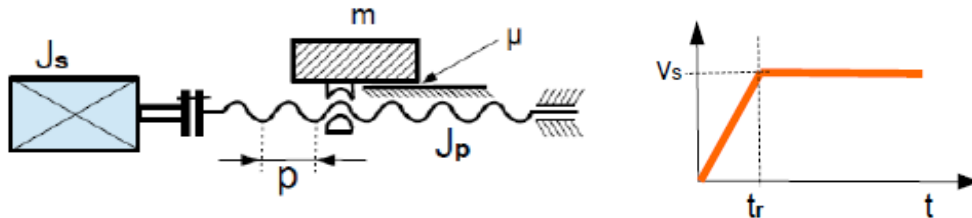


Zadania, rozwiązanie których jest warunkiem zaliczenia przedmiotu.

Zad. 1.

Dobrać silnik (obliczyć jego moment znamionowy $M_n = ?$ oraz prędkość znamionową $n_n = ?$) tak aby można było zrealizować przebieg prędkości jak na rys.



momenty bezwładności silnika i śruby wynoszą $J_s = J_p = 2 \cdot 10^{-3} \text{ kgm}^2$,
współczynnik tarcia $\mu = 0,1$,
skok śruby $p = 5 \text{ mm}$,

masa suportu i przedmiotu obrabianego razem $m = 100 \text{ kg}$,

prędkość ruchu $v_s = 5 \text{ m/min}$,

czas rozpędzania $t_r = 0,1 \text{ s}$,

Dobrać silnik (obliczyć jego moment znamionowy $M_n = ?$ oraz prędkość znamionową $n_n = ?$)

1. Wyznaczamy prędkość obrotową silnika:

$$n_n = \frac{V_s}{p} = \frac{5}{5 \cdot 10^{-3}} = 1000 \text{ obr/min}$$

2. Obliczamy moment silnika potrzebny na pokonanie sił tarcia suportu o prowadnicę:

$$F_t = m \cdot g \cdot \mu = 100 \cdot 9,81 \cdot 0,1 = 100 \text{ N}$$

Aby obliczyć moment silnika potrzebny do pokonania siły tarcia porównujemy pracę wykonaną przez silnik podczas jednego obrotu z pracą potrzebną na pokonanie siły tarcia w czasie jednego obrotu (przesunięcie suportu o skok śruby):

$$2 \cdot \pi \cdot M_t = F_t \cdot p$$

$$M_t = \frac{F_t \cdot p}{2\pi} = \frac{100 \text{ N} \cdot 5 \cdot 10^{-3} \text{ m}}{6,28} = 8 \cdot 10^{-2} \text{ Nm}$$

Ponieważ znamy moment bezwładności śruby i silnika pozostaje nam do obliczenia moment bezwładności rozpędzanej masy J_m (sprowadzony na wał silnika).

Najpierw wyprowadzamy odpowiedni wzór, porównując pracę włożoną w rozpędzenie masy do prędkości liniowej z pracą potrzebną na rozpędzenie masy wirującej.

$$\frac{m \cdot v^2}{2} = \frac{J_m \cdot \omega^2}{2}$$

$$J_m = m \cdot \left(\frac{v}{\omega}\right)^2$$

Ponieważ $v = \text{droga} / \text{czas}$ a $\omega = \text{kąć obrotu} / \text{czas}$ to przyjmując że czas jest równy czasowi trwania jednego obrotu możemy zapisać:

$$\frac{v}{\omega} = \frac{p}{2 \cdot \pi}$$

dlatego

$$J_m = m \cdot \left(\frac{p}{2 \cdot \pi}\right)^2 = 100 \cdot \left(\frac{5 \cdot 10^{-3}}{6,28}\right)^2 = 10^2 \cdot 0,8 \cdot 10^{-6} \text{ kgm}^2 = 0,8 \cdot 10^{-4} \text{ kgm}^2$$

Teraz już z wzoru:

$$M = J \cdot \frac{d\omega}{dt}$$

obliczamy moment silnika M_d niezbędny do rozpędzenia całego układu

gdzie moment całkowity $J = J_p + J_s + J_m$

$$\text{a } d\omega = \Delta\omega = \frac{2 \cdot \pi \cdot n_n}{60} [\text{rad/s}]$$

$$M_d = \frac{(J_p + J_s + J_m) \cdot 2 \cdot \pi \cdot n_n}{60 \cdot 0,1} = \frac{(2 \cdot 10^{-3} + 2 \cdot 10^{-3} + 0,8 \cdot 10^{-4}) \cdot 6,28 \cdot 1000}{60 \cdot 0,1} = 4,3 \cdot 10^{-2} \cdot 100 = 4,3 \text{ Nm}$$

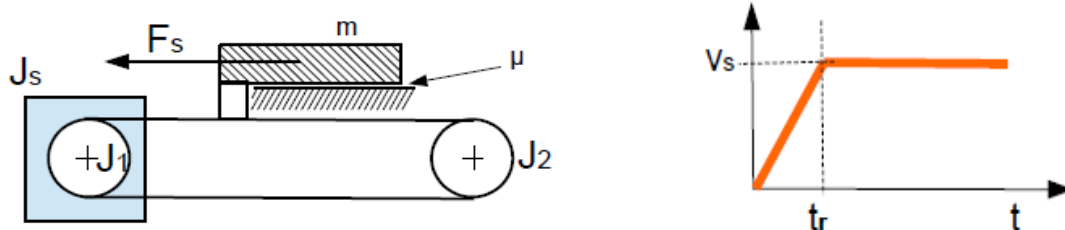
zatem całkowity moment silnika wynosi:

$$M_n = M_t + M_d = 0,08 + 4,3 = 4,4 \text{ Nm}$$

Dobieramy silnik o prędkości znamionowej $n_n = 1000 \text{ obr/min}$ i momencie znamionowym $M_n > 4,4 \text{ Nm}$.

Zadanie 2.

Silnik krokowy napędza urządzenie jak na rysunku:



Momenty bezwładności kół pasowych i silnika wynoszą odpowiednio:

$$J_s = J_1 = J_2 = 1 \cdot 10^{-4} \text{ kgm}^2,$$

średnica kół pasowych $D = 20 \text{ mm}$,

silnik podczas pracy pełnokrokowej wykonuje $k = 200 \text{ kr/obr}$,

masa suportu $m = 10 \text{ kg}$,

siła skrawania $F_s = 30 \text{ N}$,

oblicz moment znamionowy silnika dla czasu rozpędzania $t_r = 0,02 \text{ s}$,

oblicz podział kroku p_k dla rozdzielczości napędu $r < 0,05 \text{ mm}$,

oblicz prędkość obrotową silnika konieczną do osiągnięcia prędkości liniowej $v_s = 5 \text{ m/min}$.

1. Obliczamy wymagany podział kroku podstawowego

$$r = \frac{\pi \cdot D}{p_k \cdot k}$$

$$p_k = \frac{\pi \cdot D}{r \cdot k} = \frac{3,14 \cdot 20}{0,05 \cdot 200} = \frac{62,8}{10} = 6,28$$

przyjmujemy liczbę naturalną $> 6,28$
czyli podział kroku $p_k = 7$

2. Obliczamy prędkość obrotową

$$n_n = \frac{v_s}{(\pi \cdot D)} = \frac{5 \cdot 10^3}{20 \cdot 3,14} = 80 \text{ obr/min}$$

3. Obliczamy moment obrotowy potrzebny na obliczenie siły tarcia F_t

$$F_t = m \cdot g \cdot \mu = 10 \cdot 9,81 \cdot 0,1 = 10 \text{ N}$$

$$M_t = F_t \cdot \frac{D}{2} = 10 \cdot 10 \cdot 10^{-3} = 0,1 \text{ Nm}$$

4. Obliczamy moment obrotowy potrzebny na pokonanie siły skrawania

$$M_s = F_s \cdot \frac{D}{2} = 30 \cdot 1 \cdot 10^{-2} = 0,3 \text{ Nm}$$

5. Obliczamy obrotowy moment dynamiczny (potrzebny do rozpędzenia układu).
Moment bezwładności masy napędzanej napędem paskowym wynosi:

$$J_m = m \cdot r^2 = 10 \cdot (1 \cdot 10^{-2})^2 = 10 \cdot 1 \cdot 10^{-4} = 1 \cdot 10^{-3} \text{ kgm}^2$$

obliczamy moment silnika M_d niezbędny do rozpędzenia całego układu

$$M = J \cdot \frac{d\omega}{dt}$$

gdzie $J = J_1 + J_2 + J_s + J_m$

$$\text{a } d\omega = \Delta\omega = \frac{2 \cdot \pi \cdot n_n}{60} [\text{rad/s}]$$

$$M_d = \frac{(J_1 + J_2 + J_s + J_m) \cdot 2 \cdot \pi \cdot n_n}{60 \cdot 0,02} = \frac{(1,3 \cdot 10^{-3}) \cdot 6,28 \cdot 80}{1,2} = 0,55 \text{ Nm}$$

całkowity moment silnika wynosi zatem:

$$M_n = M_t + M_s + M_d = 0,1 + 0,3 + 0,55 = 0,85 \text{ Nm}$$

Dobieramy silnik o $M_n > 0,6 \text{ Nm}$ oraz $n_n > 80 \text{ obr/min}$.